

⑫ 公開特許公報 (A)

昭55—86175

⑪ Int. Cl.³
H 01 L 33/00

識別記号

庁内整理番号
7739—5F

⑬ 公開 昭和55年(1980)6月28日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 7 頁)

⑭ 発光ダイオード

横浜市緑区みたけ台 6 - 8

⑮ 特 願 昭53—162259

⑯ 出 願 人 キヤノン株式会社

⑰ 出 願 昭53(1978)12月22日

東京都大田区下丸子 3 丁目 30 番
2 号

⑱ 発 明 者 浅野俊昭

⑲ 代 理 人 弁理士 丸島儀一

明 細 書

1. 発明の名称

発 光 ダイ オ ー ド

2. 特許請求の範囲

(1) 発光性の P-N 接合面を形成し、前記 P-N 接合面より発した光が所定方向に指向中心軸を有するように半導体層の外表面を射出窓として整形した発光ダイオードにおいて、前記外表面はその 1 部を、前記所定軸に対して回転対称な半径 r の半球面で形成され、かつ前記発光面は前記半球面に対して前記所定方向と反対側方向に前記半球面の曲率中心より有限距離隔てて設置されている事を特徴とする発光ダイオード。

(2) 特許請求の範囲第(1)項の発光ダイオードにおいて前記射出窓としての外表面は、前記半球面と、前記所定軸を回転中心とする半径 r の円柱側

面とから構成されている事を特徴とする発光ダイオード。

3. 発明の詳細な説明

本発明はドーム型の発光ダイオード(以下 LED と称す)に関するものである。

従来 GaAs, GaP, GaAlAs, GaAlP 等の化合物半導体を素材にした LED が知られている。その中で従来の平面型 LED に比べて配光特性の改善されたドーム型の LED が最近開発されている。

一つの典型例を第 1 図で示すと、第 1 図でドーム型 LED は N 型 GaAs 2 と P 型 GaAs 3 の P-N 接合面 1 が発光面として形成されており、厚膜の GaAs 層 4 の外表面 5 は、Z 軸を対称軸とする球面の 1 部分の形に整形されて発光面からの光の射出窓の 1 部となっている。また 10 は電極である。所で現在までのドーム型 LED のドームの形は種々の

ものがあるが加工上の容易さ等の理由で球面形を利用する場合は、射出窓を半球面に整形し、発光面をその曲率中心に配設する。

近年LEDの用途は種々多岐にわたり、第2図に示すような結像光学系に組み込んでスポット照明装置として利用する場合がある。しかしその際LEDより発した光が有限開口の結像レンズ系7でのケラレによる光量損失は大きく、この事は明るいスポット照明を必要とする時には無視できない事項である。

もし結像レンズ系7の口径比を大きくすれば、上記欠点はある程度改善されるが、物理的にも経済的にもレンズ系の口径比を非常に大きくすることは困難である為、他の解決策が望まれている。1つの効果的な方法は、所定の方向(例えば第1図のZ軸方向)に対して非常に指向性の強いLEDを作

3

り所望の配光特性を持つLEDを作成する為の条件を求め、その条件に適した形態のLEDを形成したものである。

以下図面を用いて本発明の実施例を説明する。第3図はドーム窓と発光面の配置関係を示した図で、ドーム窓は、点10を中心とした基線12を対称軸とする半径 r の半球面15を有しており、P-N接合の発光面11は、半球面15の曲率中心10に対してZ軸上で d だけずれて設定された半径 ℓ の円形面である。本発明者の研究によればLEDの配光特性は、第1に発光面を半球面中心から-Z軸方向(即ち d を負)にずらす事によりZ軸方向に強い指向性を示すようになり、第2にその指向性の強さは前記ドーム窓の球面半径 r と、発光面の球面中心からのずれ量 d との相対的な割合によって顕著に変化する事が判明した。但しド

成して結像レンズ系でけられる光量を減らす事である。その例としてガラスレンズを用いた外囲器にLEDを装嵌しているものがあるが、それでは照明系として大きくなり、微小照明系としては好ましくない為、LED本体で上記特徴を有するLEDが望まれていた。

本発明はそうした要望に適応したLEDを提供する事を目的とする。そしてLEDの射出窓としての外表面を整形する場合の加工上の容易さを損う事なく、配光特性の改善即ち指向性が強くかつ輝度の高いLEDを提供するものである。

本発明は本発明者が第1図に示すような半球面のドーム窓を有するLEDにおいて、発光面を発光方向と反対側(-Z軸方向)に半球面の曲率中心よりずらした時に、射出光の指向性及び輝度が増すような範囲がある事を見出し、種々の試みによ

4

うものの屈折率はドーム3を形成する物質が半導体等の特定物質に限定される為には $n=3.5$ 程度の高屈折率で固定されている。

以下に各パラメーターを変化させた場合の実施例を記述する。なお第2図においてLEDの位置は照明スポット投影位置と結像レンズ系との距離に従ってLEDと結像レンズ系の相対距離が変化するが本発明の範囲では、LEDの位置がその程度変わっても結像レンズ透過光量が実質的に殆ど影響を受けない為、以下の実施例ではLEDの位置を結像レンズの焦点位置に固定してある。

実施例1：第4図

Fナンバー1.4の結像レンズ系の焦点面にLEDを配置し、前記レンズより射出される光量の総和を縦軸にとってある。横軸は発光面のZ座標 d を表わす。また第4図(a)は $\ell=0.025$ mm、(b)は $\ell=$

0.05 mm, (c)は $\ell = 0.075$ mm, (d)は $\ell = 0.10$ mm の場合を示している。また第4図を通して実線は $r = 0.40$ mm, 破線は $r = 0.30$ mm, 一点鎖線は $r = 0.20$ mm である。第4図で明らかなように r, ℓ の値によらず結像レンズを通過する光量は d が負の領域で増大し, d の正の領域は $d = 0$ の場合に比べて通過光量 S が小さい。また d が負であっても $d = 0$ の場合に比べて通過光量 S が増す範囲は主に r の変化によって大きく変動し, ℓ の値には殆ど依存しない。

実施例2 : 第5図

結像レンズ系としてFナンバーが2.5のレンズを用いた。

グラフの座標軸等は第4図と同じである。結像レンズ系の通過光量 S の r, d, ℓ に対する依存性の傾向はFナンバーが大きくなっても(即ち口径比

7
1.4のとき $0.13r < d < 0.50r$, Fナンバーが2.5のとき $0.10r < d < 0.61r$ であって同様に投影レンズの口径比が小さくなるに従ってその範囲は広がっている。

従って一般の結像レンズ系の焦点面近傍にLEDを配置して点照明等を行なう場合には, 発光面を-Z軸方向にずらす事により明るい点照明が可能である。

次に具体的なLEDの形状について述べる。第8図は加工技術的に最も好ましい形態で, ドーム23はその外表面が0.30 mm半径の半球面25と, 円柱側面26とから形成されている。尚24は電極である。発光面の半径は $\ell = 0.05$ mmに設定されており, またこの各件のとき第4図より最も結像レンズ系の透過光量が最大となる値: $d = -0.12$ mmを選択し, その値を用いて発光面を前記半球面

が小さくなっても) 殆ど変わらない。

次に第6図及び第7図に実質的にLEDの発光指向性が強くなった範囲を示す。黒丸は $d = 0$ に発光面があった時に結像レンズ系を通過する光量を S_0 とした時に通過光量 S が S_0 以上になる d の下限値を示しており, また白丸は通過光量 S が $2S_0$ 以上になる d の上限及び下限を r との関係において示している。従って斜線で示した領域は常に従来の構成のLEDに対して2倍以上の光量の透過が可能である。図より理解できるようにこれらの上限及び下限は近似的に r の1次関数で表わせる。 $S > S_0$ の領域は結像レンズのFナンバーが1.4の時に $0 < d < 0.65r$, Fナンバーが2.5の時に $0 < d < 0.70r$ であり結像レンズの口径比が小さくなるに従ってその範囲は広がっている。また $S > 2S_0$ の領域は結像レンズのFナンバーが

8
2.5の中心より-Z軸方向に0.12 mmだけずらして形成してある。従って半球面の中心に発光面を設置した場合に比べて, 第4図(b)より知れるように4倍以上の光量が, Fナンバー1.4の結像レンズ系を通過しそれだけ明るい点照明が可能である。またこのような形にドーム窓を整形するのは加工技術上最も容易であるが, 第9図(a),(b)に示すような形態でも可能である。これはドーム窓の中で半球面部分以外から射出する光は殆ど結像レンズを透過する光に成り得ない事実による。更に第8図において製造過程を説明すれば, まず基板(不図示)上にエピタキシャルGaAs N型層22を成長させ, そのN型層22の表面にそって拡散法等によりGaAs P型層27を形成し, 更にその上面にエピタキシャル法により厚膜のGaAs層23を成長させる。そしてこの厚膜のGaAs層を含む外表面

を研削及び研磨し、前述したような形態に仕上げる。その後表面を反射防止コーティング等を施して透過性を増す。尚、前記厚膜のGaAs層はエピタキシャル法で形成されるので光吸収の少ないドームが得られる。第9図(a)・(b)に示す実施例においても同様である。

このように本発明を用いれば所定軸を中心とした所定の立体角中に発光する光量が非常に強く、それでいて加工等の容易さが従来と余り変わらない発光ダイオードが得られる。更にLED自体でそうした特性を有している為ガラスレンズ等の外囲器に取り付けるのと異なり非常に小さな照明系が可能で応用範囲が広い。

例えば米国特許第3,442,193号に示される、カメラの自動焦点調節機構において測距用の投射光ビームを形成する為の光源として利用する事が

11

ピーク値を記憶する。但しこの実施例でLED32は赤外発光のものをを用いており、受光レンズを通過した光はコールドミラー34により可視光と赤外光に分離され、赤外光36は受光素子35へ、可視光37は観察系へ導かれる。

次に撮影用レンズが至近距離の合焦点位置から無限遠の合焦点位置まで繰り込む時に、受光素子35で検知される信号の値が最初に記憶されたピーク値と一致した所で撮影用レンズの繰り込みをとめる。この時撮影用レンズは被写体の像をピンとずれなくフィルム面に形成している。従ってこの状態においてピンとずれのない被写体像をフィルムに写す事ができる。このような自動焦点調節機構において適用距離範囲の拡大及び焦点調節の精度の向上の為には明るいスポットパターンが必要であり、本発明のLEDを用いる事によってその

13 -348-

可能である。カメラの自動焦点調節機構に応用した実施例を第10図で説明する。第10図は自動焦点調節機構の測距部分がファインダー系中に組み込まれた部分を示す図である。先に述べた実施例によって得られた指向性の強いLEDが光スポット投影用の光源32として組み込まれており、

LEDより発した光は可動ミラー33によって反射された後、投光レンズ31によって過焦点位置にスポットパターンを形成する。この可動ミラー33は撮影用レンズ(不図示)の繰り出し量に比例して回転する。そして撮影用レンズの位置を無限遠の合焦点位置から至近距離の合焦点位置まで繰り出すとともに回転ミラー33を回転させ、前述のスポットパターンが被写体を通過する時に、受光レンズ30によって集光されたスポットパターンからの反射光を受光素子35によって検出し、その

12

ような要求を満足させ多大な効果を得る事が可能である。

このように本発明を用いれば種々の効果が得られ、本発明における最も良い条件を用いれば従来の数十倍もの投影光量が得られ上記応用等に対して利用価値が高い。

4. 図面の簡単な説明

第1図は従来のドーム型LEDを示す図、

第2図はLEDを利用した点照明光学系を示す図、

第3図はLEDにおける発光面の位置を示す図、

第4図、第5図は結像レンズを透過する光量を各パラメーターの変化に対してプロットした図、

第6図、第7図は従来のLEDよりも改善されたLEDの領域を各パラメーターで表わした図、

第8図、第9図は本発明の実施例を示す図、

14

第10図はカメラの自動焦点調節機構に適用し

た実施例を示す図である。

図中で

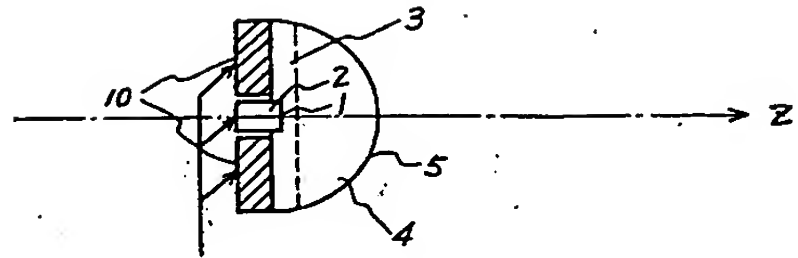
- | | |
|----------------|----------------|
| 1 ... P-N 接合面 | 2 ... N 型 GaAs |
| 3 ... P 型 GaAs | 5 ... 外表面 |
| 7 ... 結像レンズ系 | 8 ... 投影面 |
| 25 ... 半球面 | 26 ... 円柱側面 |

である。

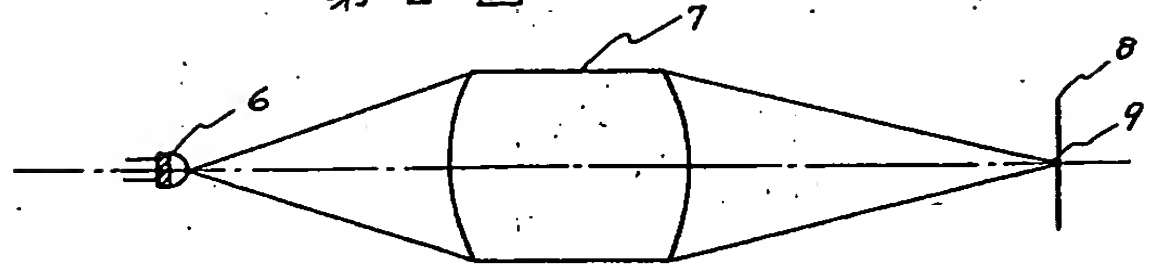
出 願 人 キヤノン株式会社

代 理 人 丸 島 儀 一

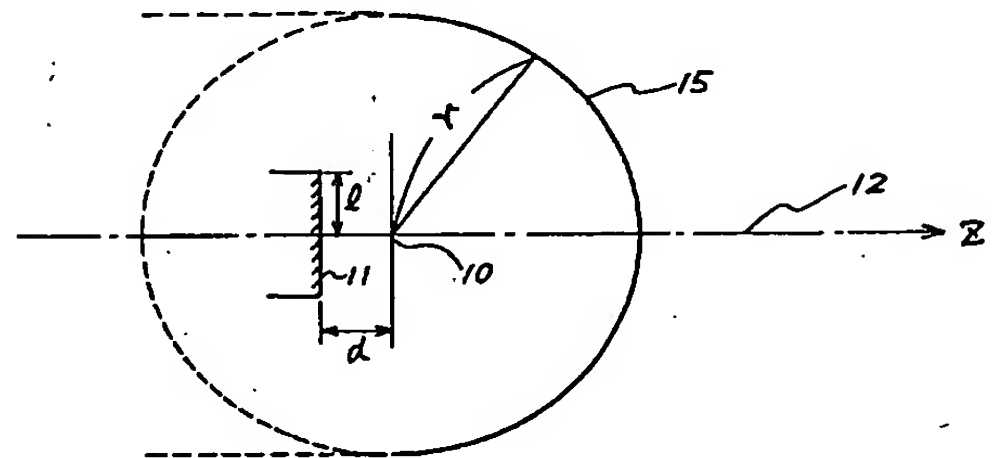
第 1 図



第 2 図

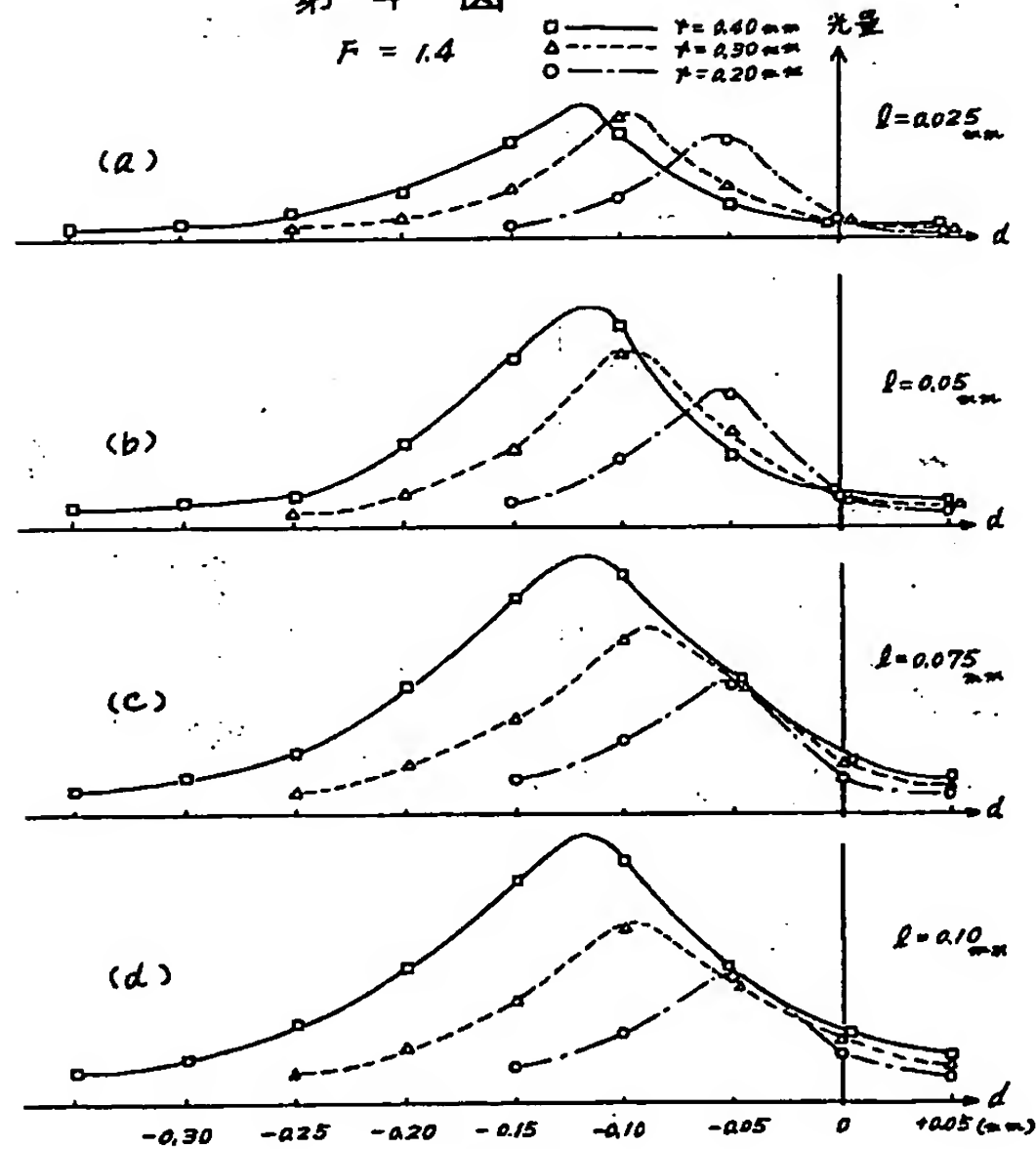


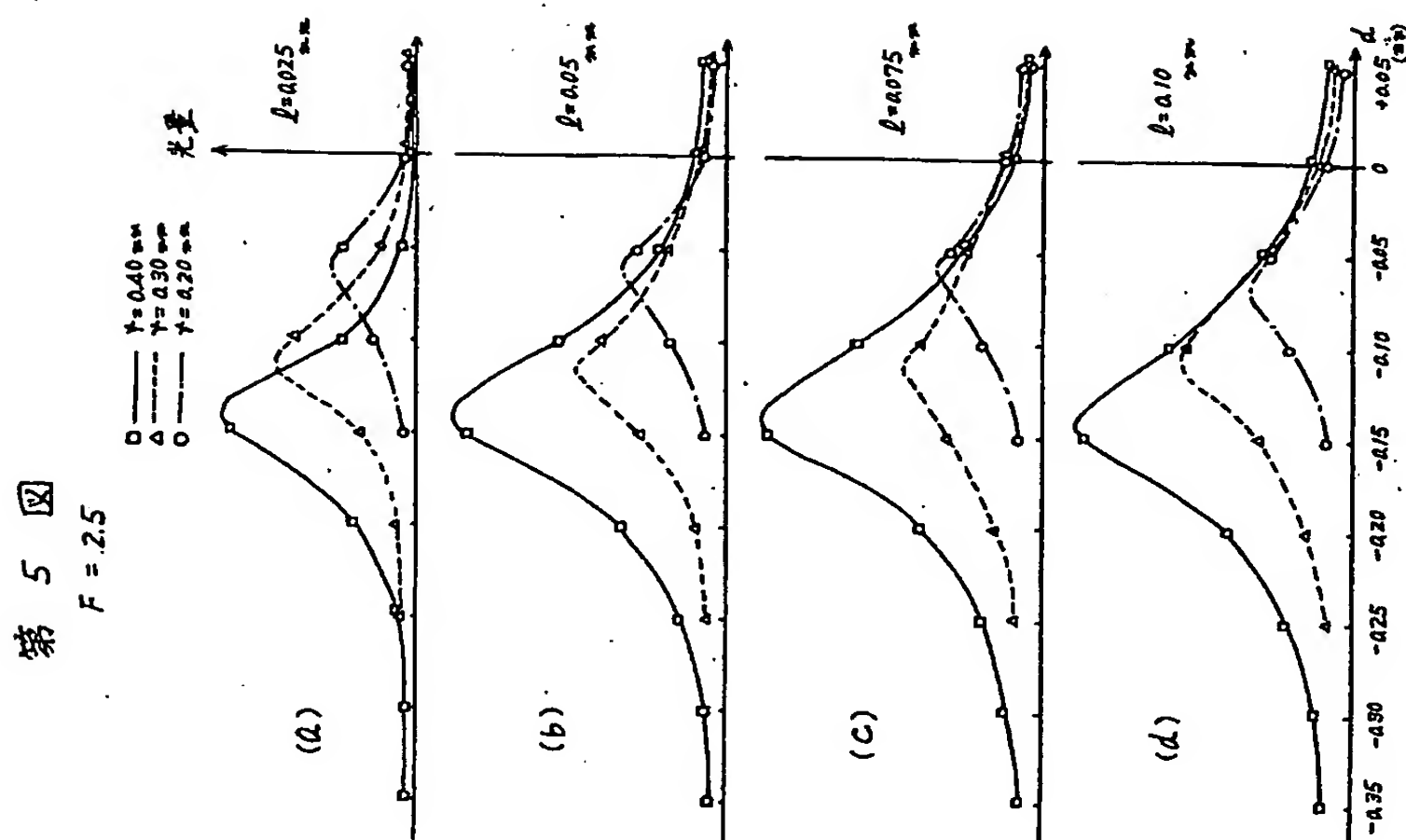
第 3 図



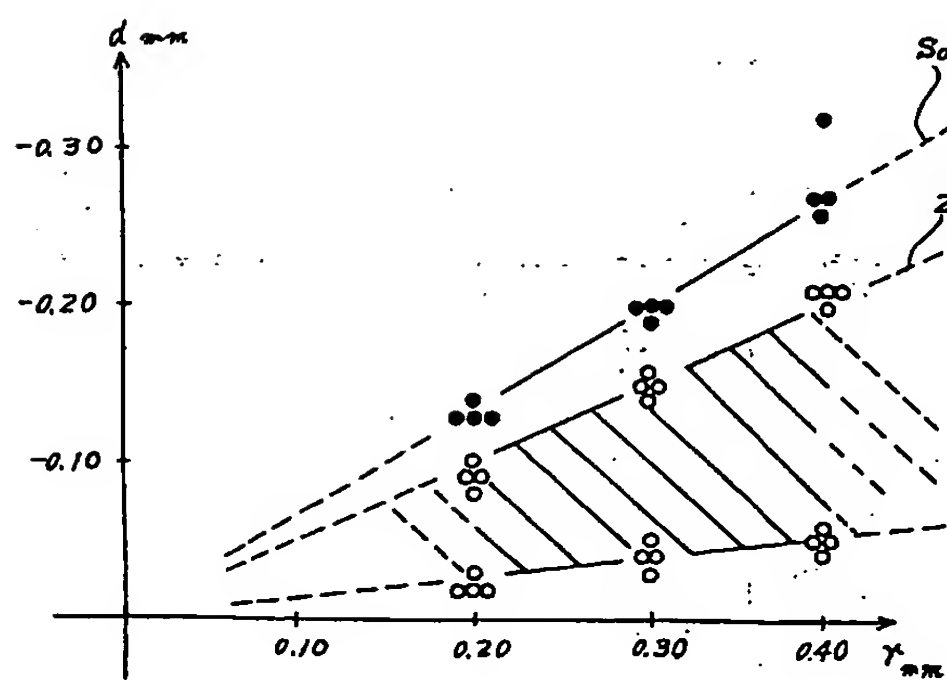
15

第 4 図

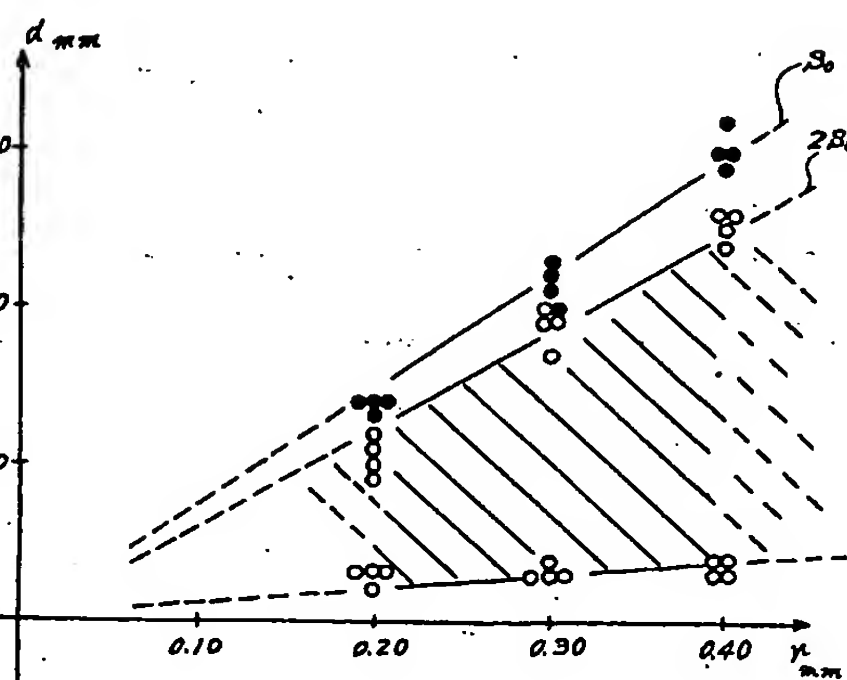




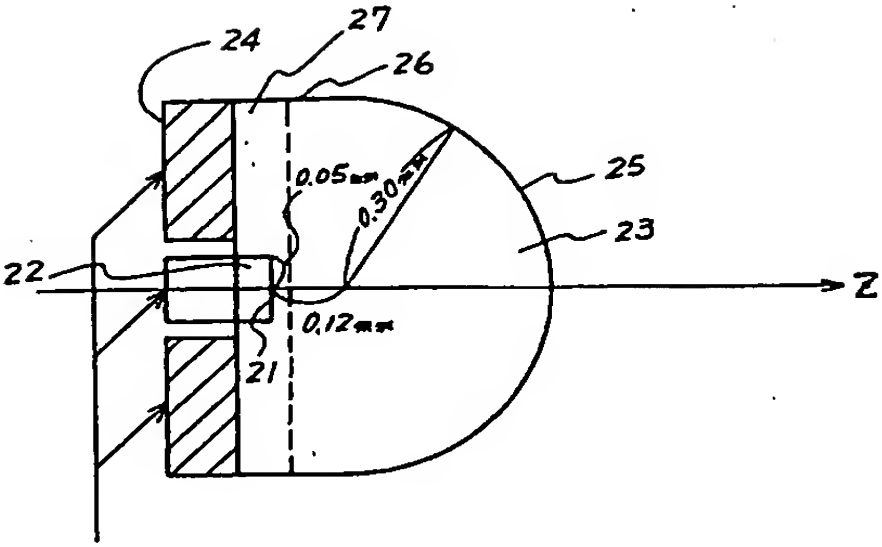
第6図
 $F = 1.4$



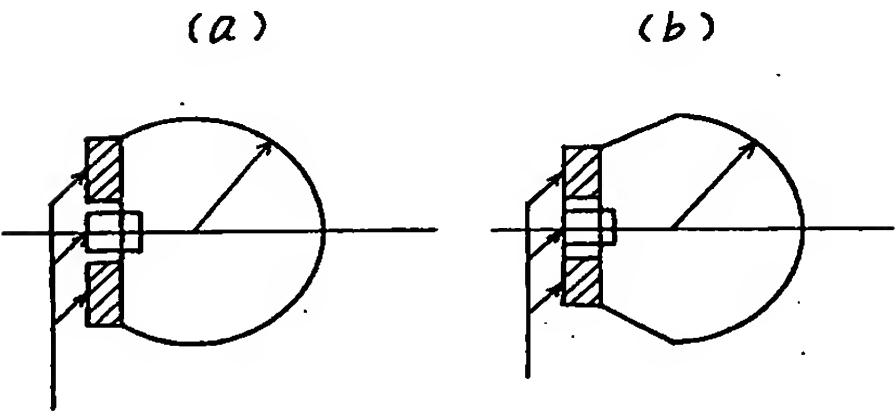
第7図
 $F = 2.5$



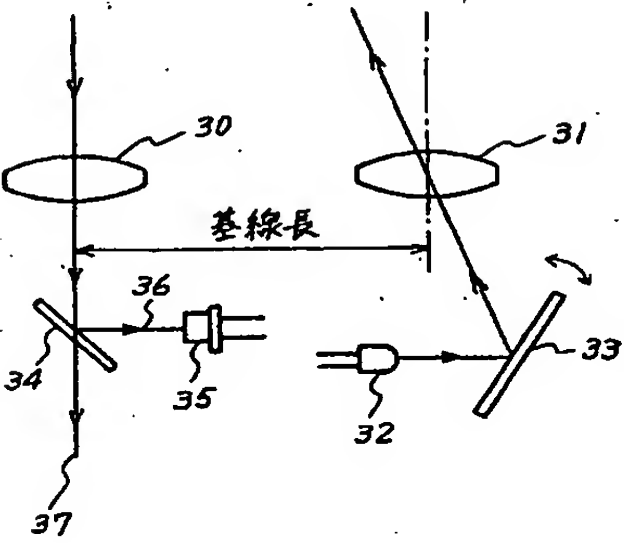
第 8 圖



第 9 圖



第 10 圖



BEST AVAILABLE COPY

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 55-086175

(43)Date of publication of application : 28.06.1980

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

(21)Application number : 53-162259

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 22.12.1978

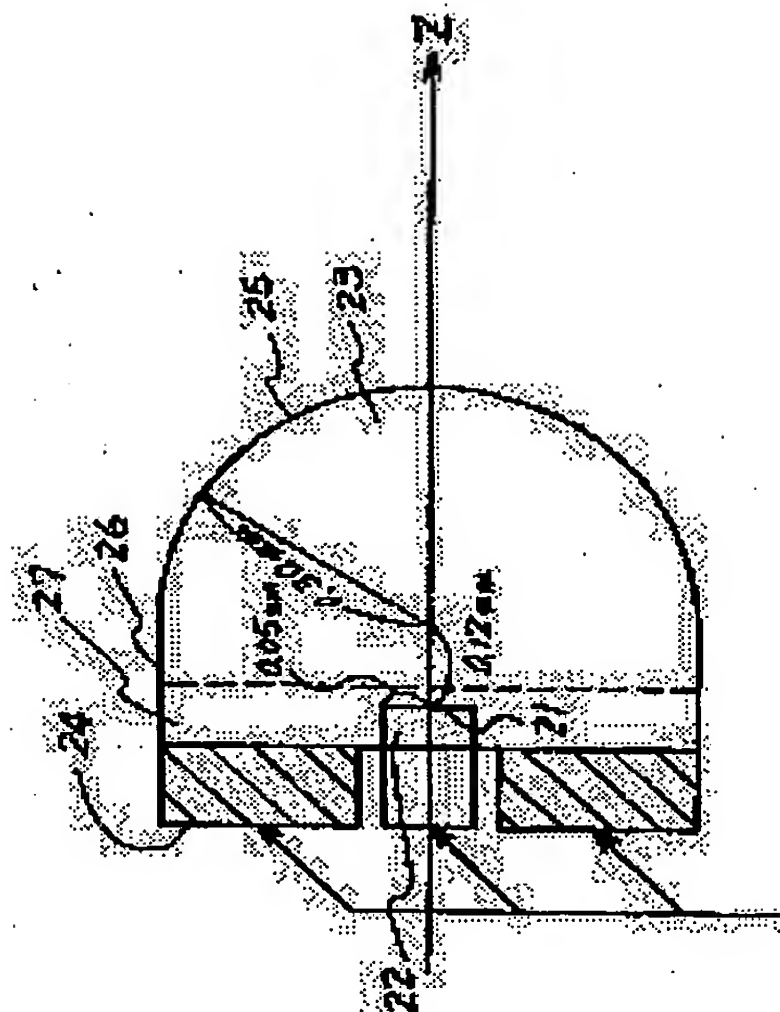
(72)Inventor : ASANO TOSHIAKI

(54) PHOTODIODE

(57)Abstract:

PURPOSE: To increase the directivity and luminance of emitted light by deviating the surface of light emission from the center of curvature of a semispherical surface to the opposite side of the direction of light emission in LED having a semispherical dome window.

CONSTITUTION: GaAs n-type layer 22 is grown epitaxially on a substrate, and GaAsP-type layer 27 is formed along its surface, and further thick GaAs layer 23 is epitaxially grown on its upper surface. By grinding and polishing the outer surface including layer 23, dome 23 is finished which consists of semispherical surface 25 and cylindrical surface 26, and further, light emitting surface 21 is deviated by 12mm, for example, from the center of semisphere 25 in the direction of Z axis. As a result, compared with the case where the light emitting surface is set in the center of the semisphere, the directivity in the direction of Z axis becomes stronger and the luminance through the focusing lens system is increased. The strength of the directivity is markedly varied by the ratio of the radius of the of the dome window to the deviation of the light emitting surface from the spherical center.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY